

SuperDARN 及び EISCAT による電離圏人工励起沿磁力線不規則構造の観測

行松 彰 [1]; 西村 耕司 [2]; 小川 泰信 [3]; 堤 雅基 [3]; 佐藤 夏雄 [3]; Rietveld Mike T.[4]; Wright Darren[5]; Yoeman Tim[5]; Lester Mark[5]

[1] 極地研宙空圏 (併 総研大極域科学); [2] 情報・システム研究機構; [3] 極地研; [4] マックスプランク・超高層物理、EISCAT; [5] レスター大学

SuperDARN and EISCAT observation of artificially induced field aligned irregularities

Akira Sessai Yukimatu[1]; Koji Nishimura[2]; Yasunobu Ogawa[3]; Masaki Tsutsumi[3]; Natsuo Sato[3]; Mike T. Rietveld[4]; Darren Wright[5]; Tim Yoeman[5]; Mark Lester[5]

[1] NIPR (SOKENDAI, Polar Science); [2] TRIC, ROIS.; [3] NIPR; [4] MPAE, EISCAT; [5] Univ. Leicester

Ionospheric field aligned irregularities (FAIs) are targets from which SuperDARN HF radars receive backscatter echoes, and their elementary creation and decay processes have been investigated by many researchers long years but not fully understood yet. To reveal the physical processes, FAIs artificially induced by EISCAT Tromso heater facility have been observed by CUTLASS Finland and Iceland East SuperDARN radars and EISCAT Tromso UHF radar. Raw IQ time series observation and analysis method (TMS method) [Yukimatu and Tsutsumi, GRL, 2002] was applied to SuperDARN observation and 3 spectral components were identified and found that their temporal evolutions differ when the heater is turned on and off. Large fluctuation of echo amplitude and phase 'leaps' are also found, which suggest that a limited number of soliton-like FAIs exist within an observed range-bin and are created and decayed intermittently and long lived (\sim 10 sec) FAIs also coexist in the same heated region. To investigate whether the speculation above is valid, multi-frequency frequency domain interferometer (FDI) method was firstly and successfully applied to SuperDARN observation. The simultaneous EISCAT UHF radar observation detected the heated region in 2-dimensional space and also showed at least 2 examples of large amplitude fluctuation of echo power from the heated region, suggesting ion acoustic wave activities. The observational results are shown and the physical processes of FAIs and possible optimized FAI observation methods will be discussed.

SuperDARN 短波レーダーは、斜め方向に送信された短波帯パルス状電磁波の (レーダー送信波長の半分の空間スケールを持つ) 電離圏沿磁力線不規則構造 (FAI) からの後方散乱波を受信し、電磁波散乱域における電磁流体のレーダーからの視線方向のドップラスペクトルを測定する観測装置である。ドップラー速度が、プラズマの大域的な速度と一致すると考えられることから、極域の広大な範囲の主に電離層 F 層のプラズマ対流、或いは、電離層電場といった基本的物理量を観測することができ、電離圏～磁気圏の研究に重要な情報を提供し続けてきた。しかし、レーダー波の散乱体である FAI については、その生成消滅素過程等は、未だに解明されていない。EISCAT では、Tromso に大電力の電離圏加熱装置 (ヒーター装置) があり、これにより、人工的に電離圏を加熱し、FAI を発生させることができる為、FAI の生成消滅機構の研究が盛んに行われてきた。我々も、Tromso 加熱装置上空を観測視野に含む、CUTLASS Finland 及び Iceland East SuperDARN レーダー、及び、EISCAT Tromso UHF レーダーを用いて、この研究を進めつつある。

SuperDARN レーダーは、従来、不等間隔マルチパルス法により、受信信号の自己相関関数 (ACF) を求めることで、ドップラスペクトルを求めてきた。Yukimatu and Tsutsumi, GRL, 2002 では、これを改良し、全 IQ サンプルデータも記録し、マルチパルス法による観測レンジ以外のレンジからの信号の影響 (cross range noise) を除去した上で、各レンジにおける受信信号の生時系列解析 (TMS 手法) を可能とし、流星風観測の高精度化を図った。この新しい TMS 観測・解析手法を電離圏 FAI 観測に応用することで、高時間分解能の FAI 観測を行った。通常の単一周波数による高時間分解能 FAI 観測により、エコー強度振幅が、数 Hz 程度の速さで大きく変動していること、また、位相の「飛び」が同程度の間隔で断続的に発生していることが見出された。また、ドップラスペクトルや ACF の高時間分解能の観測を行うことで、FAI のドップラスペクトルに、比較的短命の成分と、10 秒或いはそれ以上の長寿命の、3 種類の異なるスペクトル成分が同一加熱領域に共存することが初めて同定され、ヒーターの ON/OFF 直後に各成分の振舞が異なることがわかった。これらは、FAI の生成消滅素過程の研究に重要な知見をもたらすものと考えられる。

エコー強度振幅の大幅な変動が、fading によるものか、観測レンジ内での、比較的少数の孤立波的 FAI の干渉によるものか等を調べる為、昨年度には、更に観測手法の改良を進め、多周波による周波数領域干渉計 (FDI) 観測法を、SuperDARN レーダーに初めて適用することに成功し、また、EISCAT UHF レーダーの特別観測モードによる加熱域の詳細観測も行った。EISCAT UHF レーダー観測では、加熱領域が 2 次元で明瞭に捉えられ、一部でエコー強度振幅の短時間変動が観測され、イオン音波擾乱の発生が示唆された。SuperDARN (FDI) 及び EISCAT 観測結果について発表し、FAI の生成消滅物理素過程、及び、人工励起 FAI の観測手法の改良・最適化について議論を行う。